CONCOURS

POUR

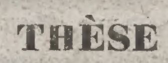
LA CHAIRE D'HYGIÈNE

Ouvert le 3 Novembre 1837, à la Faculté de Médecine de Paris.

DE

L'ÉCLAIRAGE ARTIFICIEL

CONSIDÉRÉE SOUS LE POINT DE VUE DE L'HYGIÈNE PUBLIQUE
ET DE L'HYGIÈNE PRIVÉE.



THÈSE

COMPOSÉE ET SOUTENUE

PAR

M. BRIQUET,

Agrégé libre de la Faculté, Médecin à l'Hôpital Cochin,
membre de l'Athénée de Médecine.

PARIS,

IMPRIMERIE ET FONDERIE DE FÉLIX LOCQUIN ET COMPAGNIE

RUE NOTRE-DAME DES VICTOIRES, 16.

1837

JURY DU CONCOURS.

PRÉSIDENT DU JURY : M. ORFILA, *Doyen de la Faculté.*

JUGES TITULAIRES :

MM. ADELON, *Professeur de la Faculté.*
BÉRARD, *id.*
CHOMEL, *id.*
DELENS, *Membre de l'Acad. roy. de Méd.*
FOUQUIER, *Professeur de la Faculté.*
GASC, *Membre de l'Académie.*
LONDE, *id.*
MARJOLIN, *Professeur.*
PELLETAN, *id.*
RENAULDIN, *Membre de l'Académie.*
RICHARD, *Professeur.*

JUGE SUPPLEANT : M. PELLETIER, *Membre de l'Académie.*

CONCURRENS.

MM. Briquet.
Broussais (Casimir).
Foissac.
Guérard.
Ménière.
Motard.
Périn.
Piorry.
Requin.
Rochoux.
Royer-Collard.
Sanson (Alphonse).
Trousseau.

DE L'ECLAIRAGE ARTIFICIEL.

DE L'ECLAIRAGE ARTIFICIEL



CONSIDÉRÉ SOUS LE POINT DE VUE DE L'HYGIÈNE PUBLIQUE ET DE L'HYGIÈNE PRIVÉE.

L'éclairage artificiel, l'une des nécessités les plus pressantes et l'un des objets du luxe de notre époque, n'a pris que depuis peu l'extension que nous lui voyons aujourd'hui.

Dans des temps encore peu éloignés du nôtre, cet éclairage, fort restreint dans la vie privée, était nul dans la vie publique. La coutume du couvre-feu, qui s'est étendue pendant si long-temps sur presque toute l'Europe, l'absence de lumières dans les rues et l'imperfection des moyens de l'art, mettaient l'homme dans des rapports fort peu multipliés avec la lumière artificielle ; aussi, à l'exception de quelques professions, s'il n'en retirait pas grands avantages sous le rapport de ses jouissances, il n'en éprouvait pas grand préjudice relativement à sa santé. La médecine d'alors devait donc peu s'occuper de son influence : mais à présent que des flots de cette lumière nous inondent de toutes parts et excitent sans cesse nos organes, à présent que leur extrême vivacité frappe l'œil, que la chaleur qu'ils produisent se fait énergiquement sentir, et qu'ils puisent leur éclat dans des matières qui sont des poisons et des dangers pour l'homme, la médecine ne peut plus rester indifférente à l'action d'un agent si puissant, et l'hygiène doit veiller aux modifications qu'il peut imprimer à la santé.

Le sujet que nous avons à traiter offre donc, outre un intérêt très réel, le mérite de l'à propos.

Désirant l'envisager sous toutes ses faces, et voulant mettre dans son étude la précision des sciences physiques, desquelles l'hygiène tire tant de déductions, on présentera dans ce travail :

1° Une exposition sommaire des phénomènes physiques et chimiques qui accompagnent la production de la flamme ;

2° L'examen des différentes circonstances qui augmentent ou diminuent la flamme, ou qui ont quelque influence sur elle.

3° Quelques mots sur le mode de propagation de la lumière artificielle et sur sa composition élémentaire.

4° L'histoire de chacun des genres de combustibles qu'on emploie dans l'éclairage.

Ces études seront faites sous le point de vûe hygiénique, et sans s'occuper des considérations industrielles ou économiques.

Ces données une fois bien établies, on mettra chacune des influences qui auront été indiquées en rapport avec chacun de nos organes, et on montrera quelle est leur action sur l'économie en général et sur l'œil en particulier.

On sera souvent forcé dans ce travail de ne présenter que l'indication des expériences qui seraient nécessaires pour compléter la somme des notions indispensables à la connaissance complète des diverses propriétés de la lumière artificielle, le temps et les moyens matériels manquant pour les faire. On aura souvent aussi à déplorer le vague qui règne dans tout ce qui tient à l'application de cet agent sur l'économie animale, et on fera sentir la nécessité d'une statistique sévère pour arriver à des résultats plus précis.

Sources de la lumière artificielle. Tous les moyens capables

de dégager de la chaleur, de manière à porter la température des corps de six cents à quinze cents degrés, peuvent les rendre assez lumineux pour éclairer et pour remplacer la lumière des astres, quand celle-ci vient à manquer.

Les frottemens, les chocs, les courans électriques et les combinaisons chimiques pourraient, à la rigueur, devenir des sources de lumière artificielle, mais on ne met ordinairement à contribution pour l'éclairage que l'action chimique connue sous le nom de combustion.

Tous les combustibles ne peuvent pas servir à l'éclairage. Les corps solides fixes ne sont point ordinairement employés; ils ont besoin de trop de chaleur pour rester lumineux, et leur lumière est trop faible. Il en est de même pour les liquides qui ne seraient pas libres de changer d'état.

Il faut que le solide ou le liquide qui doit fournir la matière de l'éclairage soit volatil ou décomposable par la chaleur et susceptible de se réduire en gaz.

Les substances qu'on prend ordinairement sont les graisses, la cire, la résine, la houille et les huiles.

Il est probable que dans les premiers temps on s'éclairait à la flamme du foyer domestique. L'usage des lampes à huile était répandu chez les Grecs; il y avait des lampes dont le réservoir était gradué de manière à donner la mesure du temps par la quantité d'huile brûlée. Certaines lampes des tombeaux communiquaient avec un vaste réservoir situé au dehors; la mèche était formée d'une substance incombustible, l'asbeste.

A la lampe à mèche cylindrique et pleine dont la combustion était si imparfaite, succédèrent la chandelle, puis la bougie. En 1750, les rues étaient encore éclairées par des lanternes, et les spectacles avec des bougies. En 1785, un ingénieur français, nommé Lebon, projeta de faire servir à l'éclairage l'air inflammable qui se dégageait du bois pendant

la combustion; il avait construit, sous le nom de thermolampe un appareil dans lequel on tirait parti de la chaleur et de la lumière. Cet appareil n'eut pas de succès.

A cette même époque, Argant imagina, en Angleterre, le système des lampes à double courant d'air, dans lesquelles la combustion se faisait activement et donnait une flamme si belle que cette invention généralisa l'éclairage à l'huile et sert encore dans les meilleurs appareils que nous ayons aujourd'hui.

En 1800, Murdoch avait repris l'idée de Lebon, et, en perfectionnant les appareils propres à dégager les gaz de la houille, substance que Lebon avait aussi désignée comme la plus convenable, il avait fait adopter l'éclairage au gaz dans quelques manufactures; cependant, malgré la supériorité d'intensité de la lumière du gaz, l'éclairage à l'huile était toujours en usage à l'aide d'appareils d'Argant, et ce ne fut que de 1820 à 1830 que l'éclairage au gaz commença à se répandre à Paris : son emploi prit bientôt une extension très grande; on l'appliqua à l'éclairage intérieur, mais de nombreux inconvéniens se firent sentir, et actuellement on le restreint à ce qu'il peut être, l'éclairage de la voie publique, des magasins et de quelques lieux de réunion.

Phénomènes physiques et chimiques de la flamme. Avant d'étudier les diverses substances employées à l'éclairage, il convient de donner une idée de la constitution de la flamme et des diverses conditions sous l'influence desquelles son intensité varie, en prenant pour exemple la flamme d'une bougie.

La flamme n'est autre chose que le produit de la combustion prolongée de gaz combustibles, mélangés dans les proportions convenables pour s'enflammer, et élevés, d'après M. Becquerel, à une température de 1350 degrés dans le

lieu où la combustion est la plus active, cette température est plus élevée que celle à laquelle les corps solides deviennent rouges.

Dans les divers cas où le combustible se volatilise ou se décompose en gaz combustibles, le lieu dans lequel se fait la flamme est toujours situé au-dessus du combustible.

Dès que la mèche d'une bougie est enflammée, la cire entre en fusion à une plus grande profondeur près du pied de cette mèche qu'à la circonférence de la bougie; il en résulte une petite coupe pleine d'une cire liquide qui s'élève le long de la mèche en vertu de la capillarité; arrivée dans la partie qui se trouve à une température rouge, le liquide s'y décompose, se réduit en gaz et en vapeurs qui se dégagent tout autour de la circonférence de la mèche. Si la température n'est pas suffisamment élevée, ces matières gazeuses se volatilisent et se dissipent dans l'air en y répandant de la fumée et une odeur plus ou moins désagréable. Si la chaleur est assez grande, la combustion a lieu à la surface de cette masse gazeuse, de là une flamme qui a une forme conique.

Examinée avec attention, on remarque qu'elle n'est en quelque sorte qu'une bulle de lumière dans laquelle on distingue quatre parties différentes.

1° A la base, une partie d'un bleu sombre qui forme la paroi inférieure de la bulle, et dont la température est de 780° pour la flamme à alcool, qui est celle sur laquelle M. Becquerel a opéré. 2° Au pourtour, une partie blanche qui forme les parois de la bulle et dont la température est de 1080°. 3° Au centre un espace obscur, assez large, qu'on distingue très bien en coupant horizontalement la flamme avec une toile métallique, dans lequel se trouvent les vapeurs qui se dégagent de la mèche, et où la combustion ne se fait pas. 4° Au sommet, où se voient deux nuances très diffé-

rentes : l'une, plus inférieure, d'un blanc très éclatant, qui présente le *maximum* de lumière et de combustion, dont la température est de 1350°; l'autre, supérieure, qui termine le cône et qui a beaucoup moins d'éclat et de chaleur. Cette partie de la flamme est pleine; elle forme en quelque sorte une pyramide placée sur la bulle.

La partie lumineuse de la flamme est environnée de tous côtés par une flamme presque invisible à cause de la vive lumière de la partie qui brûle, mais qui peut s'apercevoir dans une flamme d'alcool, ou dans la mèche d'une chandelle non mouchée; la température en est encore assez élevée pour porter au rouge un fil de platine, et avoir cinq à six cents degrés.

Voici l'explication de ces diverses apparences. — Les corps gras en se décomposant donnent naissance à des gaz inflammables qui ne peuvent prendre feu qu'avec le contact de l'air auquel ils enlèvent l'oxygène, et qui se transforment en eau et en acide carbonique, par conséquent la flamme ne peut exister qu'à la surface de la masse gazeuse. Maintenant si l'on isole par la pensée, une tranche mince de gaz inflammable qui sortant de la mèche s'élève parallèlement à elle-même avec un mouvement uniforme, comme cette tranche est en contact par ses faces supérieure et inférieure avec les tranches voisines, elle ne peut brûler de ce côté, la combustiou ne peut se faire qu'à la circonférence qui seule est en contact avec l'air atmosphérique. Mais en même temps la couche d'air qui est en contact avec cette circonférence s'élevant très rapidement, fait place à d'autres couches qui viennent continuer la combustion et s'élever à leur tour. Nécessairement le diamètre de la tranche diminuera graduellement; et à force de décroître en s'élevant, il finira par n'être plus qu'un point, et alors cette tranche se trouvera au sommet de la flamme.

Il est clair que, tout étant égal d'ailleurs, moins la combustion sera rapide, plus la flamme aura de hauteur, et *vice versâ.*

La flamme est transparente et permet de voir à travers elle des corps très lumineux. C'est ce qui explique pourquoi la flamme en éventail de certains becs de gaz a un peu plus d'éclat dans le sens transversal que dans le sens opposé.

Elle offre de l'électricité positive à la périphérie de la surface extérieure, et de l'électricité négative à son centre. L'oxygène ou l'air atmosphérique y est positif, et l'hydrogène négatif.

Circonstances qui augmentent ou diminuent l'intensité de la flamme.

Il reste à passer en revue l'influence que peuvent avoir sur la flamme, la présence de divers corps solides ou gazeux, dans son voisinage ou à son extérieur. — Ces notions sont importantes, elles font connaître les conditions à remplir pour avoir de l'intensité dans la lumière, et une combustion la plus complète possible des matières qui servent à alimenter la flamme, points fort intéressans pour le médecin hygiéniste.

La présence des corps solides dans la flamme détermine deux effets complètement opposés.

Si les corps solides sont dans un état de division extrême l'intensité de la flamme en est considérablement augmentée. En effet la combustion du gaz hydrogène pur qui ne contient pas de solides donne une faible lumière, tandis que celle du gaz hydrogène carboné qui s'accompagne d'une séparation du charbon d'avec le gaz se fait avec un grand éclat. Les flammes du phosphore, du zinc, donnent pour cette raison une très grande lumière.—L'introduction d'un fil de pla-

tine très délié produit encore le même effet. Il arrive souvent qu'on puisse distinguer la matière solide à un éclat plus vif et quelquefois à une coloration spéciale de la lumière.

Si le corps solide est en masse considérable et s'il est formé d'une substance de nature conductrice, il diminue la vivacité de la combustion en refroidissant la flamme, la lumière devient rougeâtre et il se fait de la fumée. Cet effet est dû en ce qu'en raison de sa nature conductrice, il soutire plus de chaleur que le gaz pour la disperser dans l'air ambiant, et à ce que son pouvoir rayonnant est beaucoup plus considérable que celui des gaz. Cette circonstance dont la connaissance est due à H. Davy a donné lieu à l'emploi des toiles métalliques pour empêcher la communication de la flamme.

Comme cette découverte est d'une assez grande importance pour l'hygiène des professions qui exposent l'homme à se trouver plongé dans une atmosphère de gaz combustibles, j'en parlerai avec quelque détail.

Davy avait reconnu que l'inflammation d'une masse de gaz combustibles ne pouvait être transmise à un autre mélange également combustible à travers un cylindre creux d'un septième de pouce de diamètre, quelque petite que fût sa longueur. Il pensa que les toiles métalliques, qui ne sont que des assemblages réguliers de petits canaux séparés les uns des autres par des cloisons métalliques, devaient avoir la même influence que des tubes cylindriques. En effet, lorsqu'on fait passer la flamme à travers une toile métallique très serrée et mise à la température ordinaire, le tissu refroidit les gaz qui la traversent, de manière à abaisser assez leur température pour les empêcher d'être lumineux; c'est ce que l'on peut voir avec la flamme d'une lampe à gaz hydrogène : si l'on coupe horizontalement la flamme par son milieu avec cette toile, on voit qu'il n'en reste plus que la moitié inférieure;

au dessus de la toile, il y a une fumée assez épaisse qu'on peut enflammer si on en approche un corps en combustion. Si la toile est portée à la naissance de la flamme, celle-ci disparaît complètement; mais on peut la faire reparaître au dessus de la toile en approchant un corps enflammé, tandis qu'une allumette éteinte ne prendra pas feu au dessous.

Plus les trous de la toile sont petits, plus la flamme a de la difficulté à les traverser; et, comme les flammes produites par les divers combustibles ont des températures différentes et dégagent des quantités différentes de chaleur, il en résulte que plus la flamme sera chaude, plus la toile devra avoir de pouvoir refroidissant, c'est à dire de masse, pour l'arrêter. Ainsi on a observé qu'une toile ayant cent trous par pouce carré pourrait arrêter la flamme de l'alcool à la plus basse température où elle puisse avoir lieu.

Pour plus de sûreté, il est d'usage de donner à la toile un pouvoir refroidissant plus considérable. Davy établit que pour arrêter la flamme peu chaude du gaz inflammable des mines, qui est composé d'hydrogène carboné et d'une quantité variable d'air atmosphérique; il faut une toile qui porte sept cent cinquante ouvertures par pouce carré, et dont le fil ait de $\frac{1}{40}$ à $\frac{1}{60}$ de pouce d'épaisseur.

La même toile pourra servir à arrêter les flammes de l'alcool et celles des gaz de l'éclairage.

Il a mis à profit cette propriété en entourant avec cette toile, ainsi que je le dirai plus bas, la flamme des lampes des mineurs, des ouvriers qui transvasent l'alcool à la lumière, et de ceux qui ont à visiter diverses parties des usines aux gaz d'éclairage.

L'introduction des corps solides dans la flamme, outre qu'elle en abaisse la température et qu'elle en diminue l'intensité, ce qui est un grand inconvénient, empêche encore la

combustion complète des gaz et donne lieu à beaucoup de fumée, ainsi qu'on le voit sur une chandelle, dont la mèche trop longue, carbonisée, et présentant à son extrémité un champignon, détermine, par la perte considérable de calorique qui en résulte, un abaissement considérable de température; d'où l'affaiblissement de la lumière et la production de la fumée.

Le voisinage des gaz a sur la flamme des influences variables comme celles des corps solides. Si l'air qui environne la flamme ne peut se mouvoir que très lentement, en raison de la difficulté qu'il aurait à s'échapper, la combustion est imparfaite. Chaque tranche horizontale du gaz inflammable qui se dégage de la mèche s'élève sans que son diamètre diminue beaucoup, la flamme acquiert beaucoup de hauteur, perd de son éclat, et il se fait de la fumée.

Si le courant d'air est nul, comme cela aurait lieu dans un vase clos, la lumière s'éteindrait avant que l'air atmosphérique ait perdu tout son oxygène.

Si le courant d'air est rapide, et si l'air a une température assez élevée, la combustion est très active, la lumière a beaucoup d'éclat, mais la flamme forme un cône très surbaissé, et elle finirait par s'éteindre si le courant était très rapide. Cela tient à l'abaissement de température qui a lieu.

C'est sur l'établissement à un degré convenable de ces courans d'air que repose le perfectionnement des lampes.

Dans l'ancien appareil, une mèche formant un cylindre plein plongeait dans l'huile : il en résultait une flamme qui n'était en contact avec l'air atmosphérique que par sa surface extérieure, et dans laquelle la combustion ne pouvait se faire que de ce côté. En formant de la flamme une lame plate et recourbée en cylindre, et en faisant arriver de l'air sur chacune des deux surfaces, Argant a doublé l'intensité de la

combustion et l'éclat de la lumière. Enfin, en entourant d'une cheminée la flamme de la lampe, on détermine la formation d'un courant ascendant d'air chaud et brûlé, lequel fait place au courant affluent d'air frais et contenant tout son oxygène. Ce courant ne pouvait pas s'établir dans les mèches libres à l'air, attendu que les gaz échauffés par la flamme étaient embarrassés dans leur ascension par les couches d'air froid qu'elles avaient à traverser, et ne pouvaient que difficilement s'éloigner de la flamme qu'ils n'avaient plus la propriété d'alimenter.

L'introduction de certains gaz froids dans la flamme modifie la combustion. Suivant qu'ils ont plus ou moins de densité et de capacité pour le calorique, ils en abaissent plus ou moins la température.

La raréfaction de l'air dans lequel se fait la flamme a de l'influence sur son intensité; plus le gaz inflammable développe de chaleur dans la combustion, plus il résiste à la raréfaction. Ainsi la flamme du soufre ne s'éteint que quand l'air est raréfié au point de ne pouvoir plus supporter que le $\frac{1}{20}$ de la pression atmosphérique, au contraire l'hydrogène proto-carboné et l'oxide de carbone qui développent peu de chaleur pendant leur combustion donnent une flamme qui s'éteint avant que l'air soit raréfié de manière à ne plus supporter que le quart de la pression atmosphérique.

Enfin la nature de l'atmosphère dans lequel la flamme doit se faire la modifie beaucoup. Pour que la combustion ait lieu, il faut que l'oxygène de l'air ou des gaz au milieu desquels l'homme peut se trouver soit en quantité suffisante et libre de se combiner avec les combustibles.

On ne peut pas déterminer d'une manière générale la quantité d'oxygène nécessaire pour que la combustion se soutienne, car cette quantité dépend de la nature du combustible, de la

vivacité avec laquelle il brûle et de la dimension de la flamme.

On sait seulement, et cela est important pour l'hygiène, que la lumière s'éteint dans un air qui contient encore assez de parties respirables pour que le jeu des poumons subsiste et que la vie s'entretienne.

Ainsi, dans une expérience de Lavoisier, la flamme s'est éteinte quoique l'air contînt encore un tiers d'oxygène; tandis qu'un animal ne meurt guère que quand l'air est réduit à son sixième, et par conséquent qu'il y a une quantité d'oxygène cinq fois moindre que dans l'état ordinaire. On sait en effet que plusieurs fois des mineurs ont pu vivre dans des lieux où leurs lampes s'étaient éteintes.

Lorsque l'oxygène est engagé dans certaines combinaisons où il est pour ainsi dire fixé, comme dans le gaz oxide de carbone qui contient la moitié de son volume d'oxygène, et dans le gaz acide carbonique qui en contient un volume égal au sien, il est alors impropre à entretenir la combustion, la lumière s'y éteint.

Enfin les gaz tels que l'azote, les hydrogènes simple ou carboné, éteignent également les corps en combustion.

La lumière artificielle se comporte comme la lumière des astres, elle se propage en ligne droite; elle se réfléchit en formant un angle de réflexion égal à l'angle d'incidence, les deux rayons étant compris dans le même plan; elle se réfracte de manière à ce que le rayon incident et le rayon réfracté soient encore compris dans le même plan, le sinus de réfraction étant au sinus d'incidence suivant un rapport qui est constant pour chaque milieu.

Composition élémentaire. — La lumière artificielle se décompose comme la lumière naturelle; mais comme elle offre ordinairement une couleur dominante, il en résulte quelques phénomènes particuliers.

Lorsque la combustion est très vive, la lumière artificielle est assez blanche, et colore peu les objets; mais pour peu que la combustion se ralentisse dans les huiles, la flamme est rougeâtre, les rayons rouges y dominent, alors les objets éclairés se colorent un peu en rouge s'ils sont blancs; ainsi les personnes d'un teint pâle paraissent légèrement colorées en rose, celles qui ont déjà des couleurs, offrent une teinte plus foncée, et d'après le principe des couleurs complémentaires, les sujets dont la peau est jaune se rapprochent de la teinte rouge, les couleurs bleues paraissent vertes, etc. L'alcool, qui a une flamme bleue, communique une teinte verdâtre ou jaunâtre à tous les objets colorés en rouge.

Par contre, en forçant la lumière artificielle à traverser des verres colorés en vert ou en bleu, ou bien en couvrant les yeux d'une visière ainsi colorée, on affaiblit considérablement les teintes blanches et rouges, on les rend plus voisines des teintes douces de la partie la plus réfrangible du spectre solaire, et on ménage la sensibilité de l'œil.

Combustibles servant à l'éclairage. Pour étudier avec fruit ces substances sous le rapport hygiénique, il faut déterminer pour chacune d'elles la forme sous laquelle on la présente à la combustion : 1° la forme et les dimensions de la flamme qu'elle donne; 2° son intensité, c'est-à-dire son éclat, abstraction faite de ses dimensions; 3° sa fixité ou sa variation; 4° sa nuance; 5° sa température; 6° la température des couches d'air ambiantes, à la distance à laquelle se fait la vision; 7° la quantité de chaleur dégagée pendant la combustion, c'est-à-dire l'échauffement de l'atmosphère; 8° la composition chimique de la substance; 9° les circonstances particulières à sa préparation ou à sa conservation; 10° les produits de sa combustion; 11° les substances qui échappent à la com-

bustion; 12° enfin, les appareils à l'aide desquels la combustion se fait.

Toutes ces données sont indispensables pour la connaissance entière et complète de toutes les influences que la lumière artificielle exerce sur l'économie en général, et sur l'œil en particulier, et pour l'établissement des préceptes d'hygiène qui s'en déduiront.

Mais il en est quelques unes qui ne peuvent être que le résultat d'expériences, qui nécessitent du temps et des appareils plus ou moins compliqués, et qui n'ont point encore été faites. Telle est la température des flammes. M. Davy a prouvé que les flammes avaient des températures différentes, que celle de l'hydrogène phosphoré avait la température la plus élevée, et celle du gaz inflammable des mines la plus basse: mais il n'a pas déterminé les températures, il n'a donné que des relations.

On pourrait donc, si on voulait déterminer cette température que la médecine a intérêt de connaître, puisque la brûlure qui résulte de son action sur nos tissus est différente suivant la nature de la flamme; on pourrait, dis-je, opérer par la méthode de M. Becquerel, et comparer pour l'hygiène les flammes de chandelle, de bougie, et de gaz, les seuls éclairages auxquelles on se brûle ordinairement. Il suffirait d'avoir des flammes de même dimension, de les entourer d'une cheminée pour en empêcher la vacillation, de faire passer à travers cette cheminée et à travers les flammes, un circuit composé de deux fils, dont la soudure correspondrait à la flamme, et dont les bouts libres seraient fixés à un galvanomètre très sensible.

Les substances desquelles on se sert pour l'éclairage sont des corps gras de nature végétale ou animale, dans lesquels prédominent l'hydrogène et le carbone.

Quand ces substances sont solides, comme le suif, la cire, on en forme des cylindres au centre desquels est une mèche que l'on enflamme. Lorsqu'elles sont liquides, comme les huiles, on les reçoit dans un vase, et on les met en ignition au moyen d'une mèche qui plonge dans leur sein. Enfin, si le combustible est un gaz, on le contient dans un appareil fermé, d'où s'échappe un conduit, à l'extrémité duquel se trouve une ouverture qui donne issue au gaz, que l'on fait brûler au moment où il sort.

Ce sont donc trois genres d'éclairage à considérer séparément.

Éclairage à l'aide des corps solides. Il se fait au moyen de la chandelle et de la bougie.

La chandelle se prépare avec des graisses de bœuf et de mouton, quelquefois on y ajoute des huiles, mais en petite proportion.

Ces graisses sont des composés de stéarine, de margarine et d'oléine, renfermées dans un réseau de tissu adipeux. Exposées pendant quelque temps à l'air, elles en absorbent l'oxygène; il s'y développe un acide analogue à l'acide sébacique, et elles contractent une odeur de rance très désagréable qui peut incommoder les personnes qui séjournent près d'elles.

Portées à l'ébullition, il s'en brûle un peu dans les chaudières où l'on prépare le suif; il se dégage alors de l'eau des acides sébacique et hircique, un peu d'huile empyreumatique, etc. : aussi la fonte des suifs est une opération qui donne lieu à des odeurs très pénétrantes, et à des vapeurs âcres et piquantes. D'après quelques auteurs, elle donne lieu à des étouffemens: selon Fodéré elle peut déterminer la production de l'asthme. Il est fort ordinaire de voir un picotement à la gorge et une toux très vive être la suite de l'exposition peu

prolongée à ces émanations. D'après Romazzini, on a vu les vapeurs du suif amener de violentes envies de vomir, des phénomènes nerveux et des affections hystériques.

Ces divers accidens sont le résultat de l'introduction de principes actifs dans la gorge et dans le poumon. La flamme, en se communiquant aux chaudières, peut être la cause de brûlures très étendues.

La flamme de la chandelle a la forme d'un cône assez alongé et assez volumineux, qui a de 10 à 12 millimètres dans sa plus grande largeur, et de 4 à 6 centimètres de hauteur pour une chandelle de 6 à la livre. Cette dernière dimension varie très notablement, et à chaque instant.

L'intensité de la lumière d'une chandelle de 6 à la livre est 10,66, celle d'une lampe Carcel étant 100. Cette intensité est fort variable; car à mesure que la mèche s'alonge la combustion se ralentit. Ainsi, d'après M. Péclet, au bout de 30 minutes l'intensité de la lumière d'une chandelle est tombée de 100 à 20, et au bout de 39 minutes, de 100 à 14. Alors la lumière devient stationnaire, mais elle est très faible. De Runsferd, qui avait aussi fait quelques expériences sur ce sujet, avait obtenu les résultats suivans, qui sont un peu plus forts que ceux de M. Péclet. L'intensité de la lumière étant 100, au bout de 11 minutes elle n'était plus que 39, au bout de 19 minutes que 23, et après 29 minutes elle était tombée à 16.

Ces variations sont d'autant plus prononcées, que la mèche est plus grosse, proportionnellement au diamètre de la chandelle. On a proposé un appareil propre à tenir la mèche toujours courbée en angle de 30 degrés à l'endroit où la flamme a le plus d'intensité : par ce moyen, toute la partie de la mèche qui sort de la flamme se détruit continuellement, et l'éclat de la lumière reste toujours le même.

Cette flamme est douée d'un mouvement continuel d'oscil-

lation dans le sens vertical; ces oscillations sont très rapides, et tiennent à des variations dans le courant de matières volatilisées. Comme elle est à l'air libre, elle offre des agitations assez fréquentes dans le sens transversal.

Ces mouvemens continuels rendent la lumière d'une chandelle très fatigante pour l'œil.

Le suif fondant à une température peu élevée, la portion liquide qui se trouve au pied de la mèche ne détermine pas de brûlure quand elle vient à tomber sur la peau ; mais d'un autre côté, cette facile liquéfaction fait que le suif liquide se décompose et se volatilise avant d'être arrivé à la portion de la mèche où se fait la combustion : de là une odeur désagréable et la production de vapeurs piquantes qui irritent les voies aériennes, et peuvent être nuisibles aux personnes dont la muqueuse du poumon est irritable.

Arrivés à la partie enflammée de la mèche, les produits de la décomposition du suif sont, ou brûlés, ou bien ils s'échappent en fumée, selon que la combustion en est plus ou moins complète.

Quand la combustion est incomplète, ces produits sont de l'hydrogène carboné, de l'oxide de carbone, de l'acide carbonique, des acides stéarique, margarique, oléique et sébacique, de l'oléone, de la stéarone et de la margarone, de l'acide acétique, de l'eau, une huile volatile légèrement odorante, de l'huile empyreumatique et du charbon. Ce sont eux qui se répandent dans l'air quand la combustion est imparfaite, et qui, par la respiration, sont portés jusque dans les dernières divisions des bronches. Les gaz hydrogénés et carbonés peuvent y être absorbés et modifier l'oxigénation du sang ; les autres corps gazeux, par leur qualités âcres, vont irriter les muqueuses ; le charbon enfin, se mêlant aux mucosités qui les tapissent, constitue ces cra-

chats noirs qu'on rend si fréquemment le matin quand on a passé la nuit dans un lieu éclairé par des lumières qui ont incomplètement brûlé. Ce charbon, fortement impregné de matières pyrogénées, est nécessairement un agent fort irritant. Les mucosités dans lesquelles il est en abondance ont une odeur et une saveur désagréables; il est fort probable qu'il est la cause des picotemens à la gorge que ressentent les personnes qui ont respiré de la fumée. Des expériences sur ce sujet seraient fort curieuses à tenter.

Lorsque la combustion est complète, il en résulte de l'eau et de l'acide carbonique, et une partie de l'oxigène de l'air a été absorbé. Lavoisier a vu qu'après avoir mis une chandelle sous une cloche contenant 283 pouces cubes d'oxigène, la lumière s'était éteinte lorsqu'il n'en restait plus que 140 pouces, composés de 90 pouces d'acide carbonique et de 50 pouces d'oxigène; les parois de la cloche étaient tapissées de gouttelettes d'eau.

Dans certaines provinces, on est dans l'usage de colorer la chandelle avec l'acétate de cuivre; par la chaleur, l'acide acétique est volatilisé et séparé du cuivre, celui-ci se dégage à l'état d'oxide et peut être nuisible.

Lors de cette combustion, il se dégage une assez grande quantité de chaleur que, dans l'intérêt de la santé, il est utile de connaître.

On trouve dans un tableau de M. Péclet (*Traité de l'éclairage*) la quantité de matière que chaque combustible perd après avoir éclairé pendant une heure en donnant son maximum de lumière. Les expériences de Lavoisier et Laplace, ainsi que celle de Rumford ont fourni la matière d'un second tableau qui se voit dans tous les ouvrages de physique et dans lequel on trouve l'élévation de température que la combus-

tion d'un gramme de chaque substance communiquerait à un gramme d'eau.

Avec ces données rien n'est plus facile que de trouver la température que devra acquérir une masse déterminée d'air sous l'influence d'un éclairage quelconque pendant un temps également déterminé. Ainsi, un gramme de suif en brûlant peut d'après Lavoisier et Laplace porter 83 grammes, et d'après Rumford 71 grammes d'eau de 0 à 100 degrés. Je préfère l'évaluation de Lavoisier à celle de Rumford parce que ses expériences ayant été faites dans le calorimètre à glace, il a dû avoir toute la chaleur dégagée par le rayonnement, ce qui n'a pas lieu dans le calorimètre à eau de Rumford. D'après le tableau de M. Péclet, une chandelle de 6 à la livre perd en brûlant durant une heure 83,^{gr}50. Par conséquent la chaleur qu'elle dégage pendant ce temps pourrait élever 83^{gr}, $\times$ 8,50, c'est-à-dire 705^{gr}50, d'eau de 0 à 100°. Maintenant il faut substituer l'air à l'eau si l'on veut savoir quel serait l'échauffement de l'air d'un appartement. Or, on sait qu'avec une même quantité de chaleur l'élévation de température de deux corps différens est en raison inverse de leur capacité calorifique. La capacité de l'eau étant 1, celle de l'air atmosphérique est 0,2669. On aura la proportion suivante x : 705,5000 : : 1,0000 : 0,2669, qui donne x=2643,3. Par conséquent une chandelle de 6 à la livre en brûlant pendant une heure pourra porter 2643 grammes d'air de 0 à 100°, et comme 1^{gr},299 est le poids d'un litre d'air, il est évident que 2643^{gr}, seront le poids de 2034 litres ou de 27,29 mètres cubes d'air qui pourront être portés de 0 à 100°.

Cet échauffement ayant lieu dans l'espace d'une heure, si l'on veut avoir l'échauffement produit par minute, on trouvera qu'il est de près de deux degrés, l'air étant supposé non renouvelé. Il y a de quoi s'étonner de la quantité de chaleur que

peut produire la faible lumière d'une seule chandelle, quantité qu'on n'aurait pas imaginée.

Une chandelle échauffe un peu plus les couches d'air voisines de la flamme que celles qui en sont éloignées. — Aussi dans une température de 14°5, un thermomètre placé à un pied d'une chandelle de 6 s'élève à 14°,9e et à 6 pouces à 15,5. Ainsi à une petite distance de la lumière la température est élevée d'un degré; il est probable que cette élévation a lieu surtout par l'effet du rayonnement.

Les lampions et les torches, fabriquées avec des graisses remplies d'impuretés et avec des résines, offrent au maximum les inconvéniens que cause la combustion imparfaite du suif. Aussi les illuminations qui s'accompagnent toujours d'un épais nuage de fumée noire, provoquent-elles de la toux et souvent de l'étouffement chez les personnes sujettes aux bronchites, ou chez celles dont la sensibilité est vive.

La bougie se fait 1° avec la cire d'abeilles; et en Amérique avec la cire provenue du myrica cerifera; 2° avec l'acide stéarique; 3° avec la cétine.

La cire d'abeilles est composée de cérine et de myricine, et formée de 81,784 de carbone, 12,672 d'hydrogène et de 5,544 d'oxigène, d'après Gay-Lussac. L'acide stéarique contient : oxigène 7,377, carbone 80,145 et hydrogène 12,478. La cétine contient : oxigène; 5,478, carbone 81,660 et hydrogène 12,861.

La flamme de la bougie est conique et moins volumineuse que celle de la chandelle. L'intensité de la lumière d'une bougie de cire de 5 à la livre est de 13,61, la lampe Carcel étant 100. Celle de la bougie d'acide stéarique est 14,30, et celle de la bougie de blanc de baleine est 14,40.

L'éclat de la flamme des bougies varie beaucoup moins que celui des chandelles; de temps en temps, la lumière faiblit un

peu , parce que la mèche devient longue, mais comme l'excédant de cette mèche se détruit aisément et spontanément , la lumière reprend aussitôt son intensité primitive, aussi ce genre d'éclairage fatigue moins l'œil que le précédent.

La flamme de la bougie est plus blanche que celle du suif; elle a de 8 à 10 millimètres dans sa plus grande largeur; sa hauteur est de 4 à 5 centimètres.

Elle oscille un peu dans le sens vertical, mais beaucoup moins que la chandelle, et ses oscillations ont moins d'amplitude. Elle est susceptible de vacillations dans le sens transversal.

La cire ne se fondant qu'à 68 degrés, température bien supérieure à celle de la fusion du suif, les gouttelettes de cire fondue qui viennent à tomber sur la peau produisent une sensation de brûlure qui fait qu'on doit éviter de s'en servir dans les opérations chirurgicales dans lesquelles on est forcé de recourir à la lumière artificielle.

Ce retard dans le point de fusion fait que la cire fondue, en montant dans la mèche, ne s'y décompose que quand elle est arrivée à l'endroit où la combustion se fait, et, par conséquent, qu'il n'y a pas de volatilisation avant la combustion, comme il arrive au suif; d'où une cause d'altération de l'air, de moins.

La décomposition de la cire ne se faisant qu'au lieu de l'inflammation, et la lumière de la bougie conservant toujours à peu près la même intensité, ce genre d'éclairage présente les probabilités d'une combustion plus complète que celle du suif. Il donne peu de fumée. Celle-ci se compose, pour la bougie de cire, d'acides margarique et oléique, de myvicine et de cérine indécomposées, et d'huile empyreumatique. Pour la bougie d'acide stéarique, d'un peu d'hydrogène carboné, d'acide carbonique, d'une huile épaisse, d'une matière odo-

rante et du charbon ; et pour la bougie de blanc de baleine, d'acides oléique, margarique, acétique, d'huile empyreumatique, et d'un peu de cétine. Ces fumées, qui ne contiennent pas d'acide sébacique, peu d'huile empyreumatique, et qui déposent peu de charbon, sont nécessairement moins fétides, moins âcres et moins nuisibles que celle du suif.

Lorsqu'on commençait à employer l'acide stéarique et la cétine dans l'éclairage, on était dans l'habitude d'ajouter de l'acide arsénieux, qui, en empêchant la cristallisation régulière des corps gras, les tenait dans un état de plus grande division et facilitait leur moulage en bougies. Cet acide pouvait être dans la proportion d'un grain par bougie. L'odeur alliacée était sensible quand, en éteignant la bougie, la fumée était dirigée vers le nez. Il ne paraît pas qu'il soit résulté d'accidens à la suite de cette pratique, qui a cessé d'exister; cependant on conçoit que dans un appartement où peuvent brûler à la fois plusieurs centaines de bougies, les vapeurs arsénicales pourraient être en assez grande abondance pour devenir nuisibles et causer des douleurs de poitrine, des crachemens de sang, des douleurs déchirantes de l'estomac, des coliques violentes, tous les signes enfin d'une violente irritation des membranes muqueuses, des voies respiratoires et digestives. On sait que le chimiste Ghelen est mort rapidement pour avoir respiré des vapeurs arsénicales. L'administration a interdit l'emploi de l'acide arsénieux pour ne pas laisser sous la main des gens malintentionnés une matière de laquelle on pourrait, par la volatilisation, séparer facilement l'arsenic.

Les diverses espèces de bougie perdent de 8 gr., 91, à 9gr.,55, quand elles ont brûlé pendant une heure. Un gramme de cire blanche peut, d'après Lavoisier et Laplace, élever 105 gram., et, d'après Remford, 95 grammes d'eau, de 0 à 100. Cela

donne 940 grammes d'eau élevés de 0 à 100. En faisant les transformations, le calcul indique qu'après une heure de combustion, l'une de ces espèces de bougie aura pu porter 32$^{\text{mèt cub.}}$,83 d'air de 0 à 100.

Les couches d'air voisines de la bougie sont plus échauffées que les couches éloignées. La température de l'air étant à 13°9, le thermomètre placé au pied d'une bougie d'acide stéarique s'est élevé à 14°3, et à un demi-pied à 15°5; ainsi il y a élévation de température de près de 2 degrés.

Dans quelques contrées, on s'éclaire avec des résines; dans d'autres on brûle des tiges de sapin. Cet éclairage, qui n'est usité que dans des pays fort pauvres, donne lieu à des fumées épaisses, desquelles se dépose une quantité considérable de noir de fumée, et qui contiennent en volatilisation des portions d'huile volatile qui n'ont point été brûlées; de là résultent une fumée très piquante et une odeur très forte.

Eclairage à l'aide des corps liquides. Les matières qu'on emploie sont ordinairement les huiles grasses, très rarement les huiles essentielles, et, dans quelques circonstances rares, l'alcool ou l'éther.

Les huiles qu'on emploie en France sont : 1° celle de colza (*brassica napus*) qui est jaune et a l'odeur des crucifères: comme elle contient beaucoup de mucilage, on la purifie à l'aide de l'acide sulfurique. S'il restait dans l'huile quelques parties de cet acide, il se réduirait par la combustion en gaz sulfureux, agent excessivement irritant du système pulmonaire, qui déterminerait des suffocations et ferait tousser. 2° L'huile d'œillette, tirée des graines du *papaver somniferum*, qui est un peu visqueuse. 3° L'huile de chenevis (*cannabis sativa*), qui est jaunâtre et très visqueuse; et l'huile de noix (*juglans regia*). La combustion de ces divers liquides s'opère au moyen d'une lampe.

La lampe était autrefois un appareil fort imparfait, dans lequel plongeait une mèche cylindrique, qui, par son inflammation, produisait une lueur rougeâtre et beaucoup de fumée. Depuis Argant, la mèche est une lame circulaire qui forme un cercle complet; un double courant d'air, dirigé de bas en haut, parallèlement à chacune de ses faces, vient activer la combustion, de sorte que la flamme est partout en contact avec l'air. L'huile qui alimente l'appareil est placée dans un réservoir dont le niveau constant est à quelques lignes du bord de la mèche. (La constance de ce niveau a été l'objet d'une infinité de mécanismes qu'il n'est pas de notre sujet d'indiquer, parce qu'ils tiennent plus à l'économie domestique qu'à l'hygiène; seulement on peut assurer que la lampe Carcel, dans laquelle il y a une injection continuelle d'huile à la partie supérieure de la mèche, est celle qui donne le moins de fumée.) Un tube en verre entoure la flamme et forme la cheminée. Tel est le mécanisme de la lampe mise actuellement en usage. Quand cet instrument est placé dans les conditions convenables, il donne beaucoup de clarté et peu de fumée.

La flamme forme un cône arrondi et creux, d'une assez belle couleur blanche, et dont l'intensité, dans l'espèce de lampe la plus parfaite, est 100, et dans celles qui le sont le moins, comme les lampes à mèches plates, est 12,5, tandis que dans les lampes astrales elle est de 30 à 40. La flamme de la lampe n'acquiert tout son éclat qu'après une heure de service; elle reste ensuite presque invariable et immobile, conditions très favorables à la vue. Son éclat est tellement vif qu'on est obligé de l'adoucir : 1° en ajoutant des globes de verre dépoli, qui, recevant la lumière directement, la dispersent dans tous les sens, et font que la même quantité de lumière étant répartie sur une plus grande surface, chacun

des points est moins éclatant, et que l'œil en est moins blessé; 2° par des réflecteurs qui, projetant la lumière sur les parties qu'on veut éclairer, mettent les yeux à l'abri de celle qui vient directement de la lampe, qui les fatiguerait beaucoup.

On pourrait encore avec avantage donner une teinte bleue ou lilas aux verres des lampes.

Malgré toutes les précautions, les lampes donnent toujours un peu de fumée : comme elle est à peu près la même que celle d'une des espèces du gaz de l'éclairage, sa composition sera indiquée plus tard.

Cette fumée étant peu abondante se borne à déposer du charbon sur les muqueuses des fosses nasales et des bronches, et à causer quelquefois un sentiment d'âcreté à la gorge. Cependant si comme cela avait lieu autrefois dans les lampes imparfaites dont on se servait, il se faisait beaucoup de fumée il pourrait en résulter quelques dérangemens dans la santé.

On a remarqué que les ouvriers qui travaillent à la cuisson des huiles, et qui sont exposés à la fumée noire et à l'odeur rance qui s'échappent des chaudières, en éprouvent de la toux, de l'étouffement, des douleurs de tête et des vertiges : des observateurs, ont indiqué qu'il pouvait en résulter un état cachectique; il est probable que dans ce cas l'altération générale de l'économie est l'effet de la réunion de plusieurs influences. On peut néanmoins conclure de ces faits que l'exposition à la fumée des lampes pourra produire en petit les accidens que ces ouvriers éprouvent en grand.

Ramazzini dit que les personnes qui travaillent dans une chambre bien close pendant plusieurs heures, à la lueur d'une lampe où brûle de l'huile de noix, éprouvent souvent des maux de tête, des vertiges et une stupeur assez grande; il assure avoir vu quelques hommes à qui cette fumée fut aussi nuisible que la

vapeur du charbon. L'un deux après avoir travaillé quelques nuits à la lueur de cette huile, fut assoupi et engourdi durant plusieurs jours. Ces accidens sont rarement observés. Peut être la chaleur, la contention d'esprit et les veilles étaient - elles pour quelque chose dans les phénomènes observés par Ramazzini qui écrivait à une époque où l'huile de noix passait pour être narcotique. Toujours est-il que la chimie et l'expérimentation n'ont point encore fait connaître de matière spéciale dans cette huile.

Dans quelques circonstances, on emploie l'éclairage à l'alcool; la combustion se faisant alors dans des vases mal construits, une portion de liqueur se vaporise, avant d'arriver dans les parties incandescentes de la mèche, et remplit l'espace de vapeurs qui pourraient causer des étourdissemens, et l'ivresse.

Quelques circonstances nécessitent l'emploi de lampes spéciales. Telle est celle des mineurs qui a été imaginée par Davy. On sait que des courans de gaz hydrogène carboné et oxide de carbone se produisent assez souvent dans les mines, que ces gaz mis en contact avec les lumières des lampes ordinaires s'enflammeraient en produisant des détonations qui compromettraient la vie des ouvriers.

Sir H. Davy a expérimenté que la proportion du gaz inflammable était variable relativement à la quantité d'air atmosphérique avec lequel il était mélangé. Il a contasté que les accidens n'arrivaient pas au même degré dans tous les mélanges; que la détonation avait lieu quand les mélanges étaient dans des proportions entre 6 et 12 d'air atmosphérique contre 1 de gaz inflammable, qu'au dessus et au dessous l'inflammation pourrait se faire, mais qu'il n'y aurait plus d'explosion; qu'enfin l'ouvrier pourrait respirer quelque temps sans danger dans une atmosphère de mélanges gazeux détonnans.

Il fallait mettre la lumière hors d'état de communiquer l'inflammation, pour cela elle a été entourée d'une toile métallique qui forme l'enveloppe de la lampe, et constitue une surface refroidissante capable d'empêcher une flamme qui remplirait toute la lampe, de se communiquer au dehors.

Le mineur trouve dans cet appareil un moyen d'apprécier la salubrité de l'atmosphère qui l'entoure, si l'air est pur la flamme de la lampe donne son éclat ordinaire; si au contraire il est mélangé de gaz azote ou d'acide carbonique, la lumière pâlit. Si l'intérieur de la lampe est rempli par la flamme, on est averti de l'existence de gaz inflammables, si enfin la détonation du gaz a éteint la flamme, il reste dans l'appareil un fil de platine qui peut rester incandescent dans le gaz des mines, et dont la lueur peut servir à guider l'ouvrier vers une issue.

Cet appareil a malheureusement l'inconvénient d'arrêter près d'un sixième de la lumière, et quand au bout de quelque temps la gaze métallique s'est couverte de rouille, la perte est encore plus considérable : aussi on a proposé d'entourer le lieu qui correspond aux deux tiers inférieurs de la flamme avec une forte gorge en verre de cristal.

On a constaté qu'une lampe à mèche plate consommait 11 grammes d'huile en une heure, qu'une lampe astrale en consommait 26 gr 71, qu'une bonne lampe à réservoir supérieur en consommait 45 gr. Rumford a observé qu'un gramme d'huile, de colza, bien épurée, élevait 93 grammes d'eau de 0 à 100; on trouve, en faisant le calcul, qu'une bonne lampe Carcel aura degagé au bout d'une heure, assez de chaleur pour élever 45 mètres cubes 48 d'air de 0 à 100. Quant à l'échauffement des couches d'air, voisines de la lumière, l'atmosphère étant à 13, 9, le thermomètre a été placé à un pied d'une bonne lampe de cabinet, pourvue d'une cheminée en cristal : il est monté à 15° et à 6 pouces à 17, 7 ; ce qui

donne une élévation de température de 4 degrés au dessus de celle de l'atmospère.

Éclairage au gaz. Les matériaux desquels on se sert sont les huiles, les houilles ou les huiles de houille, les résines ou leurs huiles, enfin les eaux de savon qui ont servi au dégraissage. Les matières sont décomposées dans des cornues qu'on porte au rouge : les produits qui en résultent traversent des conduits dans lesquels ils se purifient ; de là ils se rendent dans un grand vase, appelé gazomètre, où ils séjournent, et enfin sont rendus, par des tuyaux de conduite, jusqu'aux lieux où ils doivent s'enflammer.

Les produits de cette décomposition peuvent être rangés en deux classes : ceux qui viennent des huiles, et ceux qui viennent de la houille.

Les huiles grasses contiennent de 75 à 79 parties d'hydrogène, de 11 à 12 de carbone, et de 9 à 14 d'oxigène pour cent. Lorsqu'on les chauffe fortement dans les cornues, elles se décomposent et donnent de l'hydrogène bicarboné, de l'hydrogène protocarboné, de l'hydrogène pur, des carbures hydrique, sesquihydrique et dihydrique, de l'oxide de carbone et un peu d'azote ; il se fait, dans les appareils, un dépôt de charbon et de goudron.

Les gaz sont débarassés d'une partie de l'huile qu'ils entraînent, en traversant une couche d'eau, et se rendent dans les gazomètres, d'où on les extrait pour l'usage.

A ce genre de fabrication se rapporte celui des gaz par les résines et par les eaux de savon, lesquelles contiennent des substances qui ont déjà été indiquées en parlant des graisses et des huiles, et sur lesquelles il est inutile de revenir.

Les houilles contiennent de 70 à 90 parties de carbone, de 3 à 5 d'hydrogène et de 19 à 6 d'oxigène pour cent, plus, de la silice, de l'alumine, de la magnésie, des oxides de fer et

de manganèse et du sulfate de chaux, qui constituent les cendres, et dont on ne tient pas compte dans les produits de la houille. Quelques substances qui leur sont étrangères peuvent s'y rencontrer; celles qu'on y trouve le plus souvent sont le bisulfure de fer, et les carbonates de fer ou de chaux. Lorsque la houille est soumise dans les cornues à l'action de la chaleur rouge, elle donne les gaz des huiles, et de plus, de l'acide sulfhydrique et de l'acide carbonique libres ou unis à de l'ammoniaque, et du sulfide de carbone; il se dépose en outre du coke et du goudron.

Les ouvriers, qui sont obligés d'ouvrir fréquemmeut les cornues pour les charger, sont exposés à l'action d'une flamme très intense, qui se produit subitement au moment de l'ouverture des appareils; aussi, ils sont constamment couverts du noir de fumée qui se répand dans l'air après l'inflammation du gaz. La température fort élevée du lieu où ils travaillent les met dans les conditions où se trouvent les verriers, les boulangers, etc.

Le gaz, une fois produit, doit être debarrassé des matières qui ne servent pas à la combustion : on le fait passer au travers d'un tube froid, assez long, dans lequel il abandonne le goudron qu'il tenait en suspension, il traverse ensuite plusieurs lits de chaux qui doivent s'emparer des acides hydrosulfurique et carbonique; puis on le conduit à travers l'eau dans le gazomètre. Là il perd un peu de sulfide de carbone, de l'hydrosulfate d'ammoniaque et de l'huile pyrogénée, qui donnent à ce liquide une odeur extrêmement fétide.

Les ouvriers de cette portion des usines à gaz ressentent fortement l'influence de ces substances : ils sont pâles; plusieurs d'entre eux éprouvent des douleurs dans la poitrine, quelquefois des crachemens de sang, et très souvent une toux fort vive; il en est un certain nombre qui ne peuvent résister

aux gaz qui se dégagent quand on enlève le lit de chaux contenu dans les réservoirs. L'ammoniaque paraît être pour beaucoup dans ces derniers effets.

On a craint le danger de la détonation des masses gazeuses renfermées dans les gazomètres ; mais comme le gaz que ces appareils contiennent est toujours comprimé, l'air atmosphérique ne peut pas s'introduire dans leur capacité, quand même il y aurait des fissures : il pourrait se faire au plus des fuites de gaz. Cependant, il paraît qu'en Angleterre on a vu une fois un gazomètre faire explosion par le fait d'une rétrocession qui s'était opérée dans la flamme.

Le gaz sort des gazomètres sous l'influence d'une pression de 18 lignes d'eau, pour s'engager dans des tuyaux de conduite qui sont en fonte, et qui ont été essayés et enduits de goudron. Il les parcourt avec une vitesse de 40 pieds par secondes ; et en presse assez fortement les parois, en raison des résistances qu'il éprouve dans la série des tuyaux, pour en sortir par les ouvertures les plus petites et s'infiltrer au loin. On a observé que c'est toujours au lieu de réunion des tuyaux que les fuites ont lieu, elles y sont tellement communes, qu'on évalue à vingt-cinq pour cent la perte de gaz qui a lieu à ces endroits. Une fois sorti des tuyaux, le gaz s'infiltre dans les terres, se porte plus ou moins loin, suivant que le terrain est plus ou moins serré, et peut aller jusqu'à huit et dix pieds. Il se comporte alors de diverses manières, tantôt la fuite n'est pas très considérable, et le gaz imprègne le sol qui entoure les tuyaux, dans un rayon de cinq ou six pieds, de sulfide de carbone en quantité telle, que si l'on vient à ouvrir une tranchée dans ce lieu, il s'en échappe une odeur très forte et qui s'étend assez au loin pour infecter toute une rue.

L'odeur qui résulte de cette imprégnation du sol a une grande persistance : ainsi, dans quelques cas cités par Parent-

Duchatelet, elle a duré plusieurs mois, en offrant des variations d'intensité suivant que le sol était sec ou mouillé. Outre l'inconvénient de la mauvaise odeur, il est bien certain que cette substance doit à la longue agir sur la santé; ainsi, on a observé à Londres dans le quartier où il y a plusieurs usines à gaz, que le poisson avait disparu de la Tamise dans la portion où elles jettent leurs eaux et leurs résidus. On a vu à Paris, lors de l'explosion de la fabrique de gaz du Luxembourg, que les huiles pyrogénées qui en venaient et qu'on avait dirigé vers la Seine à l'aide des égouts, avait tué beaucoup de poisson; la rive gauche de la Seine, à partir du pont des Arts, lieu où ces liquides étaient venus se jeter, présentait beaucoup de ces poissons morts.

D'autres fois, le gaz ne séjourne pas dans le sol, il se porte là où il éprouve moins de résistance, va gagner les parois des caves, s'y insinue, et de là pénètre dans toutes les parties des maisons. Dans quelques cas il se dirige vers des égouts, et peut ainsi se transporter fort au loin. De là des accidens fort graves dont il va être question.

Enfin, le gaz est rendu chez les consommateurs à l'aide de tuyaux de distribution qui parcourent toutes les parties des habitations. Ces conduits sont en plomb, et munis à leur origine d'un double robinet, l'un à l'extérieur, et l'autre le plus souvent dans l'intérieur des maisons. Là surviennent fréquemment des fuites de gaz, soit à l'endroit des robinets qui sont mal fermés, soit dans un point quelconque de la paroi où il s'est fait une fissure. Alors le gaz remplit les appartemens.

Les fuites se reconnaissent par l'odeur si désagréable et si forte du sulfide de carbone, il suffit d'un millième du gaz de l'éclairage dans l'air atmosphérique pour que l'odeur rende sa présence sensible.

Elles occasionnent deux genres d'accidens très graves : les détonations et les asphyxies.

La quantité nécessaire de gaz pour que la détonation ait lieu par l'approche d'un corps en combustion a été estimée d'une manière fort diverse. M. Devergie pense qu'il faut un onzième du gaz de l'éclairage pour qu'il y ait explosion ; d'autres prétendent qu'il en faut le quart. Cette divergence tient à ce que rien n'est plus variable que la composition des gaz de l'éclairage. Dans la même usine elle varie chaque jour, suivant la nature du combustible qu'on y emploie.

Les détonations se bornent souvent à la simple inflammation des gaz, sans production de beaucoup de bruit, et cela a lieu quand le mélange contient ou une très petite proportion d'air, ou ce qui est le plus commun, quand il ne contient qu'une petite proportion du gaz de l'éclairage. Mais quand les parties du mélange sont plus égales, alors il y a explosion en même temps qu'inflammation, et comme les fissures qui ont donné lieu à la fuite sont le plus souvent dans l'épaisseur des parois, elle fait sauter les lambris et les parquets. L'une de ces années dernières, on a vu à Paris dans le faubourg St-Honoré, une fuite de gaz se diriger vers un égout, prendre feu à la mèche d'un ouvrier, et l'explosion faire sauter cette espèce de mine, après avoir tué ou mutilé les ouvriers qui y travaillaient.

L'air est plus respirable avant que le mélange soit dans les proportions nécessaires pour faire explosion ; la mort par asphyxie ne se produit pas très facilement, des animaux ont été placés pendant quelques minutes dans le gaz de l'éclairage, bientôt ils y ont chancelé et sont tombés comme morts, mais à peine étaient-ils mis à l'air qu'ils revenaient à la vie. Néanmoins on observe de temps en temps des exemples d'asphyxie

portée jusqu'à la mort. On trouve dans le tome 3 des *Annales d hygiène*, un fait d'asphyxie de presque toutes les personnes qui habitaient un même logement. Il y eut chez ces divers sujets, étourdissemens, suffocation, perte de connaissance, accidens convulsifs, et un léger délire chez quelques-uns. L'un des sujets est mort, et son cadavre ne présente rien de spécial, les autres se sont rétablis assez promptement. Malgré la multiplicité des fuites, les accidens d'asphyxie sont assez rares ; il n'en est pas de même des explosions, qui sont très fréquentes. A Paris, il se passe peu de mois sans qu'on n'entende parler d'un accident de ce genre.

Les tuyaux de distribution se terminent par des becs dont la forme varie. Tantôt le conduit est percé d'un simple trou, ou d'une fente; d'autre fois il se termine par une espèce d'anneau comme dans la lampe d'Argant, lequel est percé de petits trous. C'est en ce lieu que se fait la flamme.

Le diamètre de ces trous a de l'importance, puisque de lui dépend l'intensité de la flamme, s'ils sont trop grands il se fait de la fumée, s'ils sont trop petits ils ne donnent pas assez de clarté; le diamètre le plus convenable est d'après Christison et Turner $\frac{1}{28}$ de pouce anglais pour le gaz de houille, et $\frac{1}{45}$ pour le gaz de l'huile; et la distance à laquelle les trous doivent être l'un de l'autre est de $\frac{16 \text{ à } 18}{100}$ de pouces pour la houille, et de $\frac{9 \text{ à } 10}{100}$ pour le gaz de l'huile.

Cette étroitesse d'orifice met à l'abri des détonations, quand même de l'air s'introduirait dans les tuyaux de distribution, comme cela pourrait avoir lieu dans le temps de la journée où on n'allume pas le gaz. L'inflammation ne peut pas pénétrer de l'extérieur dans l'intérieur, la flamme serait trop refroidie en traversant cet orifice.

La flamme est ordinairement blanche, fort grande et jette un éclat très vif, son intensité est représentée par 127, la

lampe Carcel étant 100. Il se fait de l'acide carbonique et de l'eau; une petite partie du sulfide de carbone se volatilise, sans être altérée; le reste se transforme en acide sulfureux, qui s'unit à celui qui vient du bi-sulfure.

Quelques chimistes, Payen entre autres, disent qu'il passe de l'hydrosulfate d'ammoniaque. Il se dépose en même temps une quantité considérable du charbon qu'a abandonné l'hydrogène bicarboné.

Comme l'éclairage au gaz est très répandu, et que les becs de lumière sont le plus souvent assez nombreux dans un même lieu, il est important d'examiner quelle influence peuvent avoir sur la santé les produits de la combustion du gaz, et les matières qui échappent à cette combustion. D'après des calculs établis sur des tableaux de M. Dumas, un bec de gaz des huiles consomme 38 litres de gaz par heure, il y a absorption de 63 litres $\frac{1}{3}$ d'oxigène, production de 42 litres et demi d'acide carbonique, et de 25 gr., 810 d'eau. Un bec de gaz de houille consomme 158 litres de gaz par heure, et il y a pendant ce temps absorption de 234 litres d'oxigène, production de 128 litres $\frac{1}{3}$ d'acide carbonique, et de 169 gr., 660 d'eau. Les gaz qui proviennent des résines et des eaux de savon donnent des résultats iutermédiaires à ces deux évaluations extrêmes.

La quantité de charbon qui se sépare du gaz hydrogène et qui échappe à la combustion ne peut être mesurée, mais elle est considérable; on sait que les surfaces blanches des lieux où l'on consomme le gaz sont promptement noircies par un dépôt de charbon. Les quantités d'acide sulfureux et de sulfide de carbone qui se répandent dans l'air sont trop variables pour être appréciées, cependant on sait qu'elles sont ordinairement assez notables.

On a cherché à absorber une partie du charbon et des matières nuisibles, en plaçant au-dessus de la flamme, des petits appareils fumivores qui se composent d'une espèce de cloche terminée par un tube assez long et recourbé sur les parois duquels ces matières refroidies doivent se déposer, et plongeant dans une cuvette par son extrémité libre; mais ils n'ont qu'un effet très borné. M. Payen a trouvé que sur un bec qui avait brûlé pendant cinq heures et qui avait consommé 15 à 16 litres de gaz, la cuvette du fumivore contenait 24 grammes d'eau et un peu d'acide sulfureux, mais point d'acide hydro-sulfurique. J'ai plusieurs fois plongé du papier de tournesol dans ce liquide, il n'y a pas rougi, le liquide lui-même était insipide et inodore.

La combustion du gaz développe une énorme quantité de chaleur. Mais cette quantité ne pouvait se déduire des quantités de chaleur développées pendant la combustion du charbon et de l'hydrogène, parce que rien n'est plus variable que la composition du gaz de l'éclairage. J'ai donc eu recours à l'expérience directe, j'ai opéré sur le gaz de la houille avec le calorimètre de Rumford, et j'ai trouvé pour la moyenne de 6 expériences, que 2 litres de gaz élevaient de 7 degrés l'eau et le cuivre du calorimètre. Le poids de l'eau était 2,997 grammes et celui du cuivre de l'instrument 967 grammes. En opérant les transformations on trouve que la quantité de chaleur qu'a absorbée l'eau aurait pu porter 545 litres d'air de 0 à 100 et que celle du cuivre en aurait élevé 20 litres à la même température : or un bec consomme 138 litres de gaz de houille par heure ce qui donne 38,420 litres, ou 154 mètres cubes d'air portés de 0 à 100°, ce qui est considérable.

A un pied de distance d'un bec de gaz de houille dont la flamme de 13 lignes de diamètre était entourée d'une che

minée de cristal, le thermomètre s'est élevé de 2 degrés ; à 6 pouces il s'est élevé de 6 degrés.

Il est évident que dans les lieux fermés, l'usage de l'éclairage au gaz doit influer défavorablement sur la santé; il est clair que si un bec de gaz brûlait dans un lieu bien clos, il aurait bientôt dépouillé l'air d'une grande partie de son oxigène, et l'aurait chargé d'acide carbonique en proportion considérable ; par conséquent il serait rendu non respirable et délétère : il y aurait donc un grand danger à laisser une lumière au gaz brûler durant la nuit dans une chambre à coucher, ou dans une pièce habitée et bien close.

Dans les lieux où il se fait de grands courans d'air, comme dans les magasins, le gaz absorbé est promptement remplacé et le gaz acide carbonique bientôt expulsé, cependant il se pourrait faire que l'acide carbonique et l'azote fussent chassés dans quelque partie enfoncée et non ventilée comme le sont ordinairement les arrière-boutiques, les alcôves, et que par leur séjour ils fussent cause de céphalalgies, d'étourdissemens et peut-être d'un commencement d'asphyxie. Il pourrait encore arriver que le séjour prolongé et habituel de pareils lieux dont l'atmosphère resterait chaque soir et toute la nuit plus ou moins altérée, entravât l'hématose et concourût à augmenter la tendance que les habitans des rez-de-chaussée de Paris ont à l'étiolement, et à les exposer à toutes les conséquences fâcheuses de l'appauvrissement du sang.

Là ne se bornent pas les inconvéniens de l'éclairage au gaz, il y a quatre substances qui échappent à la combustion et dont l'influence doit être appréciée ; la première est le gaz sulfureux qu'on sait être un excitant énergique qui irrite et enflamme les surfaces muqueuses avec lesquelles il est mis en contact, produit le larmoiement, l'éternuement, la toux et la suffocation suivant le lieu sur lequel il agit. La seconde est

le sulfide de carbone, substance dont l'odeur est si désagréable, dont la saveur est très âcre, et qu'on a regardé comme l'un des stimulans diffusibles les plus énergiques. Les deux autres sont l'acide hydrosulfurique dont l'influence délétère est connue, et le charbon si abondant, qui, combiné avec la vapeur d'eau formée par la même opération couvre toutes les surfaces et pénètre sans cesse dans la poitrine avec l'air que la respiration y introduit, et va en irriter la muqueuse. Enfin l'énorme dégagement de calorique élève très sensiblement la température et prédispose à toutes les modifications morbides que peut occasionner la chaleur.

L'observation vient confirmer ces données établies à priori. Les personnes qui sont forcées de séjourner dans les endroits fermées où se brûle beaucoup de gaz se plaignent de gêne de respiration, d'étouffement, d'une chaleur âcre à la gorge, et d'une titillation qui provoque fréquemment une toux sèche et fatigante; les sujets dont la poitrine est irritable sont ceux qui se plaignent le plus, il en est même qui ne peuvent pas tenir dans une atmosphère aussi altérée.

Le gaz est donc un mode d'éclairage dans l'intérieur des maisons, très défavorable à la santé; il sera surtout nuisible aux sujets grèles, irritables, et à ceux qui sont prédisposés à la phthisie pulmonaire. Il est probable que dans les climats chauds ces divers inconvéniens seraient encore augmentés.

Il n'en est pas de même en hygiène publique, où l'éclairage des rues par le gaz n'a presque plus d'inconvéniens, en raison des grands courans d'air qui s'établissent et qui dissipent les produits toxiques qui sortent des tuyaux. On y trouve l'avantage d'une lumière très éclatante, et d'une illumination facile de la voie publique.

Les dangers que peuvent occasionner les fuites de gaz dans l'éclairage ordinaire ont donné l'idée de l'éclairage au gaz por-

tatif, qui consiste à l'accumuler dans des réservoirs de moyenne dimension qu'on transporte dans les lieux où il doit être brûlé. Ce gaz est ou comprimé, ou non comprimé.

Dans les premiers temps de l'emploi du gaz, on le comprimait dans des cylindres en tôle jusqu'à une pression de trente atmosphères, et on le livrait ainsi au consommateur; mais il est arrivé plusieurs fois qu'à la suite de chocs impossibles à éviter pendant le transport de ces cylindres, une rupture s'opérait avec détonation semblable à un coup de canon, et que le vase était lancé au loin avec une force capable de blesser mortellement les personnes qui seraient trouvées dans la direction du projectile. On ne permet plus maintenant qu'une compression de vingt-deux atmosphères, et les réservoirs, au lieu de ne se composer que d'une seule cavité, sont formés de faisceaux de petits cylindres parallèles, communiquant entre eux par des conduits très étroits; de cette manière on est à l'abri des explosions.

Le gaz non comprimé ne présente, sous le rapport de l'hygiène, aucun avantage sur celui qui n'est plus qu'à vingt-deux atmosphères.

Ce genre d'établissement est mauvais, en ce qu'il a pour but l'emploi du gaz dans la vie intérieure, où il est dangereux.

Il ne reste plus qu'à parler, pour compléter le cadre, des petits appareils destinés à produire sur-le-champ la lumière, et connus sous le nom de briquets. Le premier et le plus ancien est celui qui se compose d'une pièce d'acier qu'on choque contre un silex; il n'a d'inconvénient que celui des mouvemens, quelquefois assez violens, qu'il nécessite, et qui ne seraient pas sans influence chez des phthisiques ou chez des anévrismatiques et des particules solides et chaudes qui peuvent être lancées vers les yeux; un autre est l'appareil qui

donne du feu au moyen du phosphore, duquel résultent toujours une odeur désagréable, et quelquefois des brulûres. Les appareils à gaz hydrogène enflammé par l'étincelle électrique ou par l'incandescence du platine, remplacent avec avantage l'acier, et sont absolument sans inconvénient pour la santé. Les alumettes soufrées, que l'usage commence à proscrire, ont l'inconvénient d'un dégagement brusque de gaz sulfureux qui se porte vers la face, où il cause presque toujours ou le larmoiement, ou le picotement à la gorge.

Influence de la lumière artificielle sur l'économie. La lumière est un des stimulans les plus généraux. Sous son influence tout vit, tout s'anime; hors de sa portée tout languit, tout meurt et s'éteint. A la lumière vive les végétaux ont leurs feuilles et leurs fleurs plus colorées, la consistance de leur tissu ligneux est plus grande; il se forme dans leur sein des sucs plus résineux et plus sucrés; les parties sensibles sont mises en mouvement. Dans l'obscurité ces êtres pâlissent; leurs feuilles et leurs fleurs n'ont pas d'éclat; leur tissu est mou, il se pénètre d'eau; les liquides qu'ils contiennent sont aqueux; les parties irritables restent immobiles. Dans l'homme mêmes phénomènes : avec la lumière, coloration vive, fluides très animalisés, tissus contenant beaucoup de matières solides, irritabilité très prononcée; sans elle, pâleur, tissus mous, abreuvés de sucs aqueux, langueur et système nerveux peu irritable.

La lumière artificielle a les mêmes propriétés que la lumière des astres, seulement ses effets sont moins énergiques. Cela tient à ce que les rayons qu'elle émet sont moins nombreux, et que la durée de son action sur l'homme est incomparablement moins longue que celle de la lumière naturelle.

Ainsi l'aspiration de l'eau, la montée de la sève, l'exhalation par les feuilles se font à la lumière des lampes comme à

la lumière du soleil, mais avec moins d'intensité. De Candolle, qui a fait de nombreuses expériences sur les effets de la lumière artificielle sur les plantes, est parvenu à changer l'heure du sommeil et du réveil de certaines d'entre elles : ainsi une sensitive épanouissait ses feuilles le soir, et une belle de nuit s'ouvrait le matin sous l'influence des lampes. Il déterminait dans les sensitives des mouvemens très fréquens de clôture et d'ouverture, une espèce de fièvre, quand l'éclairage était continu. Il a trouvé que leurs parties de la plante se coloraient en vert, mais qu'il ne se dégageait pas d'oxigène comme au soleil.

Les choses se comportent à peu près de même chez l'homme sous l'influence de la lumière artificielle : à dose ordinaire, il y a stimulus suffisant pour exciter la production des principaux actes de la vie ; à dose plus forte, l'excitation est plus vive, et on peut aussi déranger à volonté les heures du sommeil et de la veille ; mais il est plus difficile de déterminer parmi les modifications qu'offre alors l'économie quelles sont celles qu'il faut rapporter à l'éclairage. Il semblerait que cette vie, pour ainsi dire artificielle, à laquelle se livrent par plaisir la plupart des personnes des classes élevées de la société, et par nécessité les ouvriers que leur profession force à travailler la nuit, il semblerait, dis-je, que cette vie devrait donner la mesure de l'influence de l'agent que nous étudions. Mais que de causes réunies ! Pour les uns, la chaleur du lieu, l'excitation opérée sur tous les sens par la musique, la danse, les odeurs, l'éclat des fleurs et des toilettes, les émotions morales ; pour les autres, les travaux pénibles, l'air humide, les soucis, les privations ; pour tous la fatigue et le défaut de sommeil. Aussi ne chercherai-je pas à déterminer la part de chacune d'elles ; ce serait peine inutile. Je me bornerai donc à indiquer les traits principaux de cette vie nocturne. La peau

est pâle, la fraîcheur en est détruite; les traits de la face sont tirés; les yeux sont fatigués, et les paupières rougeâtres et gonflées; la gorge est le siège d'un sentiment d'âcreté; la muqueuse des bronches et des fosses nasales est prise d'une irritation folliculaire; la digestion est languissante; la peau molle résiste mal au froid, dont l'impression est vivement sentie; on observe enfin l'usure des organes et tous les phénomènes de l'épuisement qui succède à une excitation prolongée sans réparation suffisante.

Tous les sujets ne subissent pas également l'effet de cette influence, les uns la soutiennent mieux que les autres: ainsi les ouvriers des vidanges sont en général bien portans, quoique leur teint soit fort pâle; mais il faut observer que les gens qui se livrent à cette rude profession ne le font que parce qu'ils sont très robustes. Les boulangers, qui ont eu besoin de moins de vigueur pour entrer dans leur état, se rapprochent déjà du tableau que j'ai tracé; enfin, c'est dans les hautes classes que les effets les plus pernicieux de la vie artificielle se font sentir, et là les femmes résistent moins que les hommes.

Étudions maintenant les effets des phénomènes qui accompagnent ordinairement la production de la lumière artificielle, savoir, la chaleur, et les altérations de l'air produites par les matières qui s'échappent des combustibles, et par la perte de celles qu'ils absorbent.

La chaleur qui accompagne la lumière artificielle est assez considérable. Suivant que les combustibles sont le suif, les bougies, les huiles ou le gaz de l'éclairage; elle est 100, 118, 166 et 252 $\frac{4}{5}$. Elle pourrait donc, encore suivant le genre des lumières élever presque constamment une masse de 27 mètres cubes d'air de près de 1° $\frac{4}{5}$, 2, 2 $\frac{2}{3}$ et 4 — $\frac{1}{4}$ au dessus de l'at-

mosphère, s'il n'y avait pas de courant d'air. Dans une pièce où brûlaient quatre becs de gaz, la température était 21°, celle de l'air extérieur était 14°.

Si l'on se trouve placé à petite distance du foyer de lumière, dans la partie où la chaleur rayonnante se fait sentir, les effets de température seront bien plus prononcés. Il en résultera nécessairement de l'excitation, et comme les lumières sont en général disposées à la hauteur de la partie supérieure du corps, la tête se trouvera dans la température la plus élevée; de là une prédisposition à la rougeur de la face et des yeux, à de la céphalalgie et à des congestions cérébrales. En outre, la température de l'appartement étant bien plus élevée que celle de l'atmosphère, on aura créé en quelque sorte un climat variable et une cause de rhumes.

La chaleur qui se dégage des lumières est avec production d'eau ; est-ce la raison de la chaleur humide qu'on éprouve dans les lieux éclairés par des lampes ? Cela ne paraît guère probable.

La fumée est l'un des produits les plus désagréables de la lumière ; elle se compose ordinairement des acides gras, d'hydrogène carboné, d'huile pyrogénée très fétide d'eau et de charbon. On sait combien ces produits sont âcres, et combien ils excitent la sensibilité des membranes muqueuses; ce sont les mêmes substances qui, dégagées plus abondamment dans les fritures piquent à la gorge, font tousser, et amènent l'étouffement chez les astmatiques. La nécessité de quelques expériences directes se fait ici sentir.

On a vu que celle qui venait du suif contenait des acides sébacique et hircique, qui ont mauvaise odeur, et qu'en raison de la fusibilité du suif, cette substance était décomposée avant d'aller dans la flamme, ce qui explique l'abondance et la mauvaise odeur de la fumée du suif, et suffit pour faire préférer

d'autres combustibles à celui-là. Les huiles donnent beaucoup moins de fumée, et cependant si la combustion se fait mal, l'huile pyrogénée se laisse sentir. Enfin, la bougie qui ne donne que peu de fumée presque inodore, est sous ce rapport le meilleur combustible. Le gaz donne du charbon en abondance, et souvent des produits odorans desquels il a été question; ce ne serait pas encore en le considérant sous ce point de vue un éclairage convenable à la santé : bien certainement les marchands qui s'en servent dans leurs magasins font un sacrifice à leur commerce.

Il a déjà été question des pertes que fait l'air sous l'influence des combustibles; on peut tirer de ce qui a été dit qu'il ne faut pas se servir dans un endroit étroit et bien clos d'un combustible qui donne une trop forte lumière.

Influence de la lumière artificielle sur l'œil. —L'expérience démontre que la lumière artificielle irrite et fatigue beaucoup plus les yeux que la lumière ordinaire des astres. Tous les observateurs s'accordent à regarder l'exposition trop prolongée à cette lumière, les veilles et les travaux sur de très petits objets, entrepris durant la nuit, comme l'une des causes les plus énergiques des phlegmasies des membranes internes de l'œil, de l'affaiblissement de la vue et de la paralysie du nerf optique.

Sous l'influence de l'action prolongée de cette lumière, on éprouve du picotement et de la cuisson au bord libre des paupières et à l'angle interne de l'œil; ces parties rougissent notablement; on croit sentir de petits graviers entre les paupières et l'œil; il y a comme un sentiment de compression dans l'intérieur de cet organe; la pupille se rétrécit, et les muscles des paupières et ceux des parties voisines sont le siège d'une sensation de fatigue, à cause de la contraction permanente dans laquelle ils sont forcés d'entrer pour protéger l'œil

contre l'effet excitant de cette lumière. Le lendemain de cet excès de la vue, l'œil est plus sensible à la lumière, les paupières sont rouges et tuméfiées, l'impression de l'air frais est plus vivement sentie que dans l'état ordinaire, il s'est fait une sécrétion de la matière des glandes de Meibomius, qui colle les cils.

Si l'on donne à l'œil le repos convenable, ces divers accidens se dissipent, et les choses reviennent à leur état normal. Mais si de nouveaux excès sont commis, ou si le travail à la lumière est trop prolongé, l'inflammation prend de l'extension, les membranes internes se phlogosent, il survient des conjonctivites chroniques, des iritis et des phlegmasies des membranes du cristallin, qui donnent naissance à des cataractes par inflammation. Ces dernières sont très différentes des cataractes produites par l'opacité sénile du cristallin, sur lesquelles la lumière n'a aucune influence. Les désordres ne sont pas toujours poussés si loin, et ils peuvent se borner, ce qui est assez fréquent, à des inflammations chroniques du bord libre des paupières et de la conjonctive, et à de l'affaiblissement de la vue qui peut aller jusqu'à l'amblyopie et l'amaurose. Il est impossible d'établir *à priori* combien de temps on peut travailler à la lumière; on sait seulement que plus les séances sont longues, plus elles fatiguent, et qu'il vaudrait mieux diviser le temps du travail, partie le matin, partie le soir.

On ne sait point jusqu'à quel degré cette influence de la lumière a de l'activité, et l'on manque d'une statistique à l'aide de laquelle on puisse déterminer la proportion des altérations morbides qu'elle occasione.

Cette différence entre les effets des lumières naturelles et artificielles tient à ce que dans les circonstances ordinaires les travaux du jour ne s'exécutent qu'à la lumière diffuse, tandis

que ceux de la nuit se font, l'œil exposé aux rayons directs du combustible. En effet, si on se place au soleil, et si on veut y lire, il survient rapidement de la sensibilité et de la fatigue dans l'œil, et par suite une espèce d'éblouissement qui fait que les objets ne paraissent plus assez éclairés. Aussi l'on observe que les cultivateurs et les personnes qui restent long-temps exposées aux rayons directs du soleil éprouvent les mêmes accidens que celles qui travaillent aux lumières artificielles. Il résulte d'une statistique faite par M. Maunoir sur cent huit cataractés, que sur cinquante-quatre hommes il y avait dix-huit cultivateurs ou gens travaillant à la campagne, douze anciens militaires qui avaient fait les campagnes de l'Empire, et seulement deux forgerons et un fondeur de métaux. Sur les cinquante-quatre femmes, douze étaient employées aux travaux des champs. Les autres étaient de diverses professions qui n'ont aucun rapport au sujet dont il est ici question.

On peut démontrer par une expérience directe l'influence de cette différence de lumière. Si après avoir fait pénétrer dans une chambre obscure la lumière directe du soleil, réfléchie au moyen d'un héliostat, on vient à placer l'œil dans la direction du faisceau lumineux on éprouve à l'instant un vif éblouissement qui ne permet pas d'en supporter longtemps la clarté, tandis que cette même lumière, vuë de tous les autres points de la chambre est très douce, et ne blesse pas l'œil le plus sensible.

Il serait important de déterminer les rapports précis de l'intensité d'une lumière artificielle quelconque qui serait prise pour type, avec la lumière directe du soleil, et avec la lumière diffuse. Cette détermination pourrait se faire, à l'aide de l'un des moyens photométriques qu'a proposés Bouguer; ou à l'aide des températures, comme l'a proposé Leslie. Mais

l ne suffirait pas d'expérimenter une seule fois, il faudrait essayer la lumière du soleil dans les diverses positions de cet astre, relativement à la terre, dans le cours d'une année. Une expérience faite trois fois par mois et à trois heures différentes de la journée donnerait des résultats desquels on pourrait tirer une moyenne, qui serait d'une exactitude suffisante, pour le but qu'on se proposerait d'atteindre. Le même mode d'expérimentation serait employé pour la lumière diffuse. Ces notions acquises, on serait à même de prescrire la proportion d'une lumière artificielle quelconque, dont on pourrait user pour ne faire subir à l'œil qu'une excitation analogue à celle que cause la lumière diffuse. Le seul guide que la science possède actuellement est la fatigue de l'œil, guide dangereux et qu'il n'est pas toujours prudent de consulter.

On peut donc avancer que la lumière artificielle est nuisible, en grande partie, parce que ses rayons arrivent directement à l'œil sans que leur éclat ait été préliminairement affaibli. Cela explique le malaise qu'éprouvaient les acteurs, quand, placés sur l'avant-scène, ils étaient exposés à l'éclat de la lumière directe de la rampe qu'on éclairait alors avec le gaz. On comprend aussi pourquoi les personnes qui, dans les salles de spectacle, se trouvant avoir le lustre directement entre elles et la scène, éprouvent tant d'éblouissemens. Le travail prolongé à cette lumière fatigue beaucoup, et épuise très vite la sensibilité de l'œil, rarement a-t-on de bons yeux quand on a longtemps travaillé à la lumière.

Il résulte de là, comme moyens préservatifs, 1° la nécessité de ne jamais placer les bougies entre l'œil et l'objet sur lequel on doit travailler; 2° l'emploi des modérateurs de la lumière, tels que les globes de verre dépoli, les réflecteurs, les capuchons de gaze qui doivent l'entourer; 3° l'importance qu'il y aurait à modifier le système actuel d'éclairage dans

les lieux publics de réunion, et à remplacer toutes ces lumières directes, par un système dans lequel toutes les flammes sont dérobées à l'œil qui ne reçoit plus que la lumière dispersée par des réflecteurs, placés eux-mêmes dans des lieux sur lesquels la vue ne se porte pas; tel est le système Locatelli qui est adopté dans quelques théâtres de Venise, et dans l'une des galeries du palais de Fontainebleau.

Maintenant étudions les effets des diverses qualités de la lumière artificielle.

Son intensité et ses dimensions ont la plus grande influence sur la vision; c'est l'un des élémens les plus importans de l'action de l'éclairage sur nos yeux; on sait, en effet, que plus la lumière est éclatante plus elle blesse l'œil. Sous l'influence d'une vive lumière la pupille se resserre fortement, pour diminuer le nombre des rayons lumineux qui pénètrent dans l'œil, et protéger la sensibilité de la rétine contre l'action d'un excitant si énergique. L'irritation vive et prolongée de cette expansion nerveuse amène bientôt ou son inflammation ou celle des parties qui sont sous sa dépendance, ou l'épuisement de la sensibilité. On sait que, dans les pays ùo le soleil darde à plomb sur la tête, que dans ceux où les sables reflètent la lumière du soleil, ou bien que dans les lieux où il y a des neiges prolongées, on voit de fréquentes inflammations des yeux; c'est ainsi que les gens du peuple, en Egypte, ont presque tous des ophthalmies, et les Lapons des cataractes.

Le tableau suivant, qui est extrait de l'ouvrage de M. Peclet, auquel j'ai fait quelques additions qui lui donnent plus de précisions, fournira le moyen de connaître des divers degrés d'intensité, des divers genres d'éclairages usités, et d'indiquer précisément l'espèce de lumière qui conviendra relativement à telle ou telle sensibilité de l'œil.

Tableau de l'intensité des diverses lumières.

La lampe Carcel de 13 lignes de diamètre étant 100.

Chandelle de 6	10,66
— de 8	8,74
Bougies de cire	13,61
— de blanc de baleine	14,40
— d'acide stéarique	14,30
Lampe à mèche plate	12,05
— astrale de 22 mill.	31,
— sinombre à réservoir supérieur	41,
— de Girard de 25 mill.	65,60
— sinombre à réservoir annulaire, de 28 mill.	85,
— hydrostatique de Thilorier de 28 mill.	107,65
— de 24 mill.	80,
— de 19 mill.	75,
— de 17 mill.	45,
Gaz { de houille / des huiles }	127,

Le médecin pourra choisir dans ce tableau l'intensité de lumière qui sera le mieux adaptée à la sensibilité de la vue de la personne dont les yeux seront fatigués.

Il conclura que les lampes qui donnent une intensité de lumière qui dépasse 60, doivent être mises à une certaine distance des yeux; qu'enfin l'éclairage au gaz est trop vif pour le travail, et qu'il serait très dangereux de se livrer à la lecture dans le voisinage d'un bec de gaz.

C'est à l'intensité de la lumière que les fondeurs de métaux, les forgerons, les verriers, doivent les altérations des yeux dont ils sont fatigués. Tous les auteurs indiquent ces professions comme étant celles dans lesquelles les organes de la vision sont

le plus défavorablement influencés, cependant il faut l'avouer ces assertions ne sont en quelque sorte que des à priori, qui ont un certain degré de probabilité, mais qui sont fort loin de la certitude, ainsi dans la statistique de M. Maunoir on ne voit que deux forgerons, et qu'un fondeur de métaux, encore ce dernier n'avait-il exercé sa profession que très peu de temps. Je tiens de M. Michon dont le père et le frère sont médecins de l'établissement de la fonderie du Creusot qu'on ne voit pas là plus de cataractes et de maladies des yeux qu'ailleurs. Sur cent soixante quatorze malades dont la profession est indiquée par M. Sichel, dans sa clinique on ne voit pas figurer celle dont il est ici question. Les Egyptiens sont à la vérité constamment exposés à une lumière vive, mais ils habitent les bords d'un fleuve marécageux, et sont exposés au refroidissement assez prononcé des nuits qui succède à la chaleur intense de la journée; or, on sait que cette seule cause a produit les ophthalmies dans l'armée française tant qu'elle occupait les bords du Nil, et que la maladie disparaissait quand on s'éloignait du fleuve. On sait que les Lapons restent pendant six mois enfermés dans des cases étroites constamment remplies de fumée, circonstance qui suffit bien à elle seule pour causer des ophthalmies sans qu'il soit besoin de l'influence de la réflexion des rayons blancs. Ainsi donc l'étiologie en est sur ce point comme sur beaucoup d'autres, sous l'empire des probabilités.

Quoique l'éclat de la lumière soit l'une des propriétés les plus funestes à l'œil, il ne s'ensuit pas que moins elle est prononcée, mieux la vue s'en trouve. Tous les médecins qui se sont occupés de l'hygiène oculaire, et Beer, entr'autres, recommandent de ne pas travailler le soir à une lumière insuffisante. Si l'on se sert de bougies ils conseillent d'en avoir au moins deux, et ils regardent l'usage d'une bonne lampe Car-

cel comme le meilleur mode de s'éclairer. Rien en effet ne fatigue plus l'œil que l'espèce de tension qu'on est obligé de donner à cet organe pour l'accommoder à une faible lumière, et rien ne conduit plus sûrement à la paralysie de la rétine. C'est ce qui explique pourquoi le travail du soir sur des objets de couleur sombre est si difficile à supporter. Il paraît probable que le grand nombre des couturières que la statistique de M. Sichel montre affectées de maladies des yeux, nombre qui est le huitième du chiffre des maladies, tient à la faible lumière à laquelle ces femmes sont forcées de travailler. L'intensité de la lumière se modère par les réflecteurs, par les capuchons de gaze, par les verres colorés, par les visières et les lunettes colorés en bleu ou en vert.

Certaines professions dans lesquelles on a besoin de beaucoup de lumière soit parce que les objets sur lesquels le travail s'exerce, sont de petite dimension, soit parce que leur couleur est foncée, nécessitent une lueur plus vive, qu'on se procure au moyen de globes de verre remplis d'un liquide coloré en vert. Cet appareil, qui est une sphère très imparfaite rassemble les rayons d'une lumière placée derrière lui, et les concentre sur un espace assez limité, les ouvriers placent la pièce à ouvrer dans cet espace, et l'éclairent ainsi d'une lumière fort douce, d'une teinte légèrement verdâtre, qui ne les fatigue pas, parce qu'elle n'est pas trop vive et qu'ils y voient sans être obligés de faire trop d'effort.

L'emploi de ce moyen a cependant quelques inconvéniens, lorsque les objets sur lesquels on travaille sont doués du pouvoir réflecteur, comme cela a lieu pour les métaux. Mais quand la matière à travailler est d'une teinte sombre et sans pouvoir réflecteur, comme pour les cordonniers, ce mode d'éclairage ne peut qu'être utile. Les horlogers et les graveurs ajoutent la loupe à l'emploi de cet appareil; ils concentrent

dans l'œil des rayons qui ont été déjà concentrés, et y font pénétrer un faisceau de très vive lumière: il résulte de cet usage une très grande sensibilité de l'œil et l'affaiblissement de la vue.

La teinte de la lumière a des effets variables, plus la flamme est blanche, plus elle fatigue l'œil et l'éblouit; après le blanc vient le rouge: on sait qu'il est difficile de se tenir dans un appartement dont la tenture est rouge et sur les fenêtres duquel donne la lumière; mais comme dans les flammes le rouge n'est pas vif, il fatigue peu. Les verres d'éclairage, colorés en bleu ou en vert, les lunettes colorées en lilas, et, si l'on écrit, l'emploi de papiers, plutôt bleus, que d'un blanc mat: tels sont les moyens à l'aide desquels on modifie les effets de coloration.

Les oscillations des flammes sont regardées par les oculistes comme une circonstance défavorable de l'éclairage. Il est d'observation que la lumière uniforme est celle qui fait moins souffrir les yeux. En effet, sous l'influence donnée d'une lumière, l'œil se place dans les conditions physiques les plus favorables à la réunion des rayons de l'image sur la rétine; la pupille prend un certain degré d'ouverture. Si la lumière change, l'œil a besoin de se mettre dans un autre état statique, d'où un mouvement qui fatigue l'œil, de plus il y a modification de sensation, d'où l'épuisement de la sensibilité si la modification varie à chaque instant. Beer parle de sujets qui ont été privés de la vue pour avoir été frappés subitement d'une vive lumière. On sait combien l'apparition brusque d'une lumière ordinaire au moment du lever, blesse l'œil. Aussi propose-t-il, pour éviter ces variations, de prendre une précaution qui lui paraît importante: il veut que la chambre à coucher soit éclairée pendant la nuit à l'aide d'une lampe dont la lumière sera trans-

mise à travers un vase d'albâtre, et il engage à ne jamais ouvrir brusquement, afin de donner graduellement du jour dans la pièce où l'on sera couché.

L'emploi des capuchons et des réflecteurs opaques, ou des lampes dont la lumière est complétement arrêtée par le réservoir circulaire placé autour de la flamme, est pour cette raison très préjudiciable à la vue; l'œil éprouve le contraste d'une lumière très-vive dans la partie qui est éclairée, et d'une obscurité complète dans le reste de la pièce, il en est très fatigué, et sa sensibilité en est vivement affectée.

Il est évident que les lumières très vacillantes des chandelles conviendront moins que celles des bougies, et celles-ci seront encore, sous ce rapport, moins bonnes que les lampes, dont la flamme est immobile; les variations d'intensité dues aux variations de longueur de la mèche ajoutent encore à l'effet défavorable; aussi faut-il veiller à ce que cette longueur reste aussi constante que possible. On évitera donc comme une chose fâcheuse les variations brusques dans l'intensité des lumières, et surtout le passage rapide de l'obscurité au grand jour.

Le renvoi de la lumière par les surfaces réfléchissantes produit des effets analogues à ceux que cause le trop grand éclat. Aussi, quand on lit à la lampe, il ne faut jamais placer le livre dans le champ des rayons réfléchis. Tout ce qui tend à renvoyer les rayons lumineux en trop grande quantité nuit aux yeux. On sait que dans les appartemens où il y a beaucoup de glaces et de dorures, l'intensité de la réflexion des lumières fait souffrir. Beer cite le fait d'une personne dont la vue faiblissait, et qui ayant remarqué que ses yeux étaient beauconp plus sensibles après le dîner qn'en tout autre temps, s'imagina que les alimens étaient la cause de l'aggravation de sa maladie, et finit par se mettre à la diète; il dépérissait

d'une manière très marquée, lorsque Beer en dînant chez lui vit une table chargée d'argenterie resplendissante et de cristaux, il donna le conseil de supprimer toute cette pompe, et bientôt la sensibilité des yeux disparut. Ce fait sent peut-être un peu trop l'oculiste, aussi le présente-t-on sans y attacher une trop grande importance.

Les professions qui s'exercent sur des matières qui ont beaucoup d'éclat, comme les métaux, les glaces, sont réputées être nuisibles à la vue; on conseillera aux personnes qui les exercent, de travailler peu à la lumière artificielle, et de toujours interposer entre elle et la pièce à mettre en œuvre, une toile tendue, un papier huilé, une gaze ou quelque autre écran qui intercepte les rayons lumineux directs, et ne laisse arriver que de la lumière diffuse.

La chaleur que dégage la lumière sous forme de caloriques rayonnans, et l'échauffement de la couche d'air qui l'environne peuvent irriter l'œil, dessécher l'humeur lacrymale qui en lubréfie la surface et en déterminant un afflux de sang causer l'inflammation des parties extérieures de cet organe.

Il est bien évident d'après les diverses expériences que j'ai rapportées que les couches d'air voisines d'une lumière artificielle sont toujours à une température plus élevées que celle de l'atmosphère, cette différence est sensible pour une chandelle puis qu'elle est d'un degré; elle est considérable pour le gaz où elle est de six degrés : il y aura donc de l'inconvénient à se placer près d'un bec de gaz en combustion. Aussi dans aucun cas on ne doit travailler à la lumière trop près du foyer lumineux, il faut en quelque sorte se mettre en dehors de son atmosphère.

Certaines matières qui échappent à la combustion peuvent irriter les yeux d'une manière très vive. Le gaz sulfureux, l'hydrosulfate d'ammoniaque sont dans ce cas, il résulte de leur im-

pression sur l'œil une très forte cuisson qui détermine un larmoiement abondant, mais comme l'action de ces gaz se fait plus sentir sur les membranes muqueuses des organes intérieurs que sur celles de l'œil qui y est rarement directement exposé, si ce n'est lors de la combustion des allumettes au soufre, l'œil éprouve en général assez peu de trouble par le dégagement de ces substances.

Lorsqu'on est forcé de travailler à la lumière, il faut ne s'occuper que de choses qui ne demandent pas trop de travail de la part de l'œil, ainsi il vaudra mieux écrire que lire à haute voix. La lumière des bougies ou d'une bonne lampe à huile sera préférable à toute autre. On évitera la lumière du gaz qui est trop éclatante et qui s'accompagne de trop de chaleur. On se placera de manière à ce que le tronc ne soit pas trop penché en avant. On devra de temps en temps reposer les yeux; et après chaque séance on les lavera à l'eau fraîche.

L'enfant a l'œil très sensible; il ne peut supporter la lumière artificielle; aussi ne faut-il pas l'approcher de ses yeux. Une clarté trop intense lui fait jeter des cris, fermer les yeux et détourner la tête, et pour peu que son action fût un peu durable, elle pourrait amener une ophtalmie. Le soir l'enfant doit être placé dans son lit à l'abri des lumières.

Le vieillard, dont la sensibilité est épuisée, doit se garder de s'habituer à une trop grande clarté, sinon il s'expose beaucoup à affaiblir sa vue.

Les sujets blonds, ceux qui ont les yeux bleus, supportent mieux les abus de la lumière que les sujets chez lesquels les yeux sont bruns. Ces derniers doivent prendre beaucoup de précautions pour conserver leur vue, qui se perdra facilement.

Les habitans des pays intertropicaux, qui sont habitués au grand éclat du soleil, supportent mieux les influences de

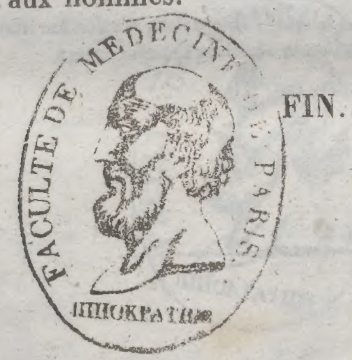
la lumière artificielle, ainsi qu'on le voit pour un Africain, qui n'est pas fatigué d'un degré de lumière qui ferait perdre la vue à un Européen?

La lumière artificielle peut nuire dans certaines maladies : ainsi les aliénés et les hydrophobes ne doivent être éclairés que fort doucement pendant la nuit; il serait dangereux d'approcher la lumière trop brusquement d'eux.

Dans les fièvres typhoïdes, il faut, d'après Samuel Cooper, éviter une lumière artificielle un peu vive, sans quoi on s'exposerait à l'amaurose. On sait que cette maladie laisse souvent après elle un affaiblissement assez marqué de la vue.

En général, les malades dont les organes délicats seraient blessés par une trop forte clarté, ne doivent être éclairés que par une lumière douce.

L'éclairage artificiel peut encore servir de guide dans les circonstances ou la composition de l'air a subi de graves altérations. Dans ces cas, les lumières en s'éteignant avertissent du danger, et complètent ainsi la série des services qu'elles rendent aux hommes.



FIN.